社区2型糖尿病患者使用智能运动手环长期干预效果评估

谭颖[1]，曹敏[1]，陈美铃[1]，赵泽迪[1]，郑澎[1]，冯慧瑶[1]，张玥[1]，董晓梅[1]，陈雄飞[2*]，吴雪霁[3*]

基金项目：1.国家重点研发计划“主动健康和老龄化科技应对专项”（项目编号：2020YFC2002900）2.广东省卫生健康委卫生健康适宜技术推广项目“社会工作嵌入家庭医生团队服务的远程基层糖尿病综合管理效能提升项目”（项目编号：202107041110517640）

作者及单位名称
1. 510632广东省广州市，暨南大学基础医学与公共卫生学院
2. 510440广东省广州市，广州市疾病预防控制中心基本公共卫生部
3. 510440广东省广州市，广州市疾病预防控制中心业务管理部
*通信作者：吴雪霁，副科长，副主任医师；E-mail：janeyee@126.com
陈雄飞，无职务，主任医师；E-mail：11742513@qq.com

【摘要】**背景**我国糖尿病患者占全球的28%，但患者治疗依从率并不高，这和生活方式行为治疗专业化程度低不无关系。我国近几年才开始营养师、运动处方师的培训教育，而掌握行为干预理论与实施的人员更少，执业的专业技术人员相当有限。**目的**构建社区2型糖尿病患者使用智能运动手环干预模式，探讨使用手环对综合控制目标的长期效果。**方法**广州市11个行政区各选取1个基层医疗卫生机构，招募确诊2型糖尿病患者作为研究对象，干预组与对照组的年龄、性别进行匹配。两组均按照糖尿病运动指导原则为患者开具运动处方，干预组使用运动手环进行连续性跟踪管理，对照组采取常规管理模式，一年后随访评估使用智能运动手环的干预效果。**结果**随访发现和基线相比，干预组HbA_{1c}达标率提高了12.74%（P=0.02），自我管理和饮食管理行为得分均显著增高，腰围显著减少（P均<0.05）。对照组的空腹血糖、三酰甘油及低密度脂蛋白胆固醇有所改善（P均<0.05）。一年后，干预组的HbA_{1c}达标率高于对照组（P=0.03）。调整年龄、性别和糖尿病家族史后发现，病程、三酰甘油和载脂蛋白B是HbA_{1c}升高的影响因素（P均<0.05）。**结论**使用智能运动手环有助于糖尿病患者长期维持自我管理行为，保持血糖达标。血脂异常是影响血糖控制的重要因素，在调整生活方式的基础上，应尽早启动药物干预以调节脂代谢紊乱。

【关键词】2型糖尿病；智能运动手环；综合控制目标
【中图分类号】

Evaluation of long-term intervention effects of using smart sports bracelets in community-based type 2 diabetes patients

TAN Ying[1], CAO Min[1], CHEN Meiling[1], ZHAO Zedi[1], ZHENG Peng[1], FENG Huiyao[1], ZHANG Yue[1], DONG Xiaomei[1], CHEN Xiongfei[2*], WU Xueji[3*]
1.Department of Public Health and Preventive Medicine, School of Medicine, Jinan University, Guangzhou510632,China
2.Basic Public Health Department, Guangzhou Center for Disease Control and Prevention,Guangzhou 510440,China
3.Business Management Department,Guangzhou Center for Disease Control and Prevention,Guangzhou 510440,China
*Corresponding authors:WU Xueji,Deputy Section Chief,Associate Chief Physician;Email:janeyee@126.com;CHEN Xiongfei, Chief Physician; Email: 11742513@qq.com

【Abstract】**Background** China accounts for 28% of the world's diabetic patients, but patient adherence to treatment is not high, which is related to the low level of specialization in lifestyle behavioral therapy. Training and education of dietitians and exercise prescribers have only started in China in recent years, and even fewer people have mastered the theory and implementation of behavioral interventions, and the number of practicing professionals is quite limited.**Objective** To construct a community intervention model for type 2 diabetes patients using smart sports bracelets and evaluate the long-term management effect. **Methods**Each administrative district in Guangzhou selected one primary health care institution to recruit diabetes as study subjects. Intervention group and control group were matched by age and sex. Exercise was prescribed in accordance with the exercise guidelines for diabetes.The bracelet intervention group used sports bracelet for continuous follow-up management, while the control group used conventional management mode. Both groups were followed up one year later. **Results** After 1 year, compared to baseline, HbA_{1c} compliance rate increased by 12.74% (P=0.02) in bracelet intervention group. Both self-management and diet management behavior scores were significantly increased in intervention group, and waist circumference was significantly reduced (all P<0.05). Fasting blood glucose, triglyceride and low density lipoprotein cholesterol in control group were

improved (all $P<0.05$). After 1 year, the HbA_{1c} compliance rate was significantly higher in the intervention group than in the control group ($P=0.03$). After adjusting for age, sex and family history of diabetes, duration of disease, triacylglycerol and apolipoprotein B were found to be influential factors for elevated HbA_{1c} (all $P < 0.05$). After adjusting for age, sex and family history of diabetes, duration of disease, triacylglycerol and apolipoprotein B were found to be influential factors for elevated HbA_{1c} (all $P<0.05$). **Conclusion** Using a smart sports bracelet helps people with diabetes maintain self-management behaviors over time and keep their blood sugar at target. Dyslipidemia is an important factor affecting blood glucose control and should be paid attention to. On the basis of lifestyle modification, pharmacological interventions should be initiated as early as possible to regulate lipid metabolism disorders.

【Key words】 Type 2 diabetes; smart sports bracelets;Integrated Control Objectives

前言

全球目前有 4.63 亿成年人患有 2 型糖尿病（Type 2Diabetes Mellitus,T2DM），预计 2045 年将增长至 7 亿[1]，其中我国患者占 28%[2]。控制饮食、规律性运动、遵医嘱服药、自我监测、健康教育是治疗糖尿病治疗的“五驾马车”。实际上，我国患者依从“五驾马车”治疗的比例并不高，这和生活方式行为治疗专业化程度低不无关系：我国近几年才开始营养师、运动处方师的培训教育，而掌握行为干预理论与实施的人员更少，执业的专业技术人员相当有限。2018 年，广州市以在全市启动了以《ACSM 运动测试与运动处方指南（第十版）》为教学大纲的运动处方师培训，同年即在社区开展糖尿病患者教育。

健康信念模型（Health Believe Model,HBM）[3]常应用于 T2DM 的预防和管理[4]中，尤其是运动干预。该模型认为个体感觉自己感受到健康威胁，进而相信某种健康行为能够有效减轻这种威胁而准备行动。在这个过程中，如果个体接触到了催化行动的因素：看到自己的运动能力有所提高，即产生行动线索，激励个体真正开始运动。智能运动手环是可穿戴式智能运动监测设备，佩戴者可实时监测运动情况，成为催化因素，并据此调整运动量。本研究拟以社区 T2DM 患者为研究对象，在常规管理的基础上开具运动处方，应用运动手环进行运动跟踪管理。通过分析比较随访一年的自我管理行为以及糖尿病综合控制目标变化，探讨使用运动手环对综合控制目标的长期效果，为推广应用运动手环辅助糖尿病患者规范化管理提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

于 2018 年 7-8 月选取广州市辖区 11 个行政区，每个行政区选取 1 个社区医疗卫生机构，社区医疗卫生机构的选择原则一是愿意参与，二是具备经培训合格的运动处方师。在每个机构中招募属于该机构管理的确诊 2 型糖尿病患者 20-30 名作为研究对象，干预组与对照组的年龄、性别进行匹配。所有研究对象按以下入组和排除标准进行招募。入组标准：1）广州市常住居民（指过去一年内连续或累计在调查地实际居住或生活满 6 个月以上的居民）；2）35 岁以上并经二级以上医疗卫生机构确诊的 2 型糖尿病患者；3）空腹血糖≥7.0mmol/L 或一年内新诊断的 2 型糖尿病患者优先入组；4）具有正常的读写能力。排除标准：1）小于 35 岁的患者；2）1 型糖尿病患者或孕妇；3）文盲、基本读写功能受损、聋哑患者、生活不能自理、具有精神疾患或脑部疾病的患者；4）合并严重糖尿病并发症不适合参加小组活动者。最终招募 244 名患者，手环干预组 146 人，对照组 98 人。所有研究对象均对本研究知情同意后开展，该研究经广州市疾病预防控制中心伦理委员会审查（审查编号：GZCDC 伦理审查[项]2018007），并在中国临床随机对照试验中心注册（编号：ChiCTR1800016815）。

1.2 方法与实施

1.2.1 干预方法

两组均由所在社区卫生机构中的家庭医生团队提供规范健康管理服务。服务内容按照《国家基本公共卫生服务（第三版）》中糖尿病患者健康管理规范，开展一年 4 次面对面随访管理服务和 1 次较为全面的健康体检。其中，运动干预由团队中的运动处方师按照美国运动医学学会著《ACSM 运动测试与运动处方指南（第十版）》[5]的运动处方设计原则，以 HBM 设计干预方法：1.授课和讨论糖尿病的危害以及主动运动带来的益处（感知威胁，相信运动可以降低威胁）；2.和患者共同制定个性化运动处方以一周时间为单位，通过建立运动目标-确立运动执行时间与方式-反馈的形式帮助患者养成运动习惯。手环干预组由运动处方师指导患者佩戴并应用运动手环（乐心Ⅱ代），对照组则不佩戴运动手环。两组的运动干预时长均为一年（2018 年 9 月-2019 年 8 月），分为强化期（第 1、2 个月，每周指导一次）和持续干预期（后 10 个月，每 2 个月电话或使用即时聊天工具如微信指导一次）。

1.2.2 评估

评估内容以《国家基本公共卫生服务（第三版）》中居民健康档案、健康体检表和糖尿病患者健康随访表为基础问卷，并在此基础上增加社会人口学特征和糖尿病自我管理行为量表（The summary of diabetes self-care activities, SDSCA）中文版[6]，包括饮食管理、运动管理、自我血糖监测、足部护理管理、服药依从性五个维度。

以糖化血红蛋白（HbA_{1c}）为主要结局指标，空腹血糖（FBG）、收缩压（SBP）、舒张压（DBP）、总胆固醇（TC）、

高密度脂蛋白胆固醇（HDL-C）、三酰甘油(TG)、低密度脂蛋白胆固醇（LDL-C）、载脂蛋白A1（apoA1）、载脂蛋白B（apoB）、体重指数（BMI）、腰围（WC）、自我管理行为得分为次要结局指标,其中apoA1/apoB为脂蛋白代谢紊乱疾病的参考评估指标。

T2DM综合控制指标按照《中国2型糖尿病防治指南（2020年版）》[7]（以下简称“指南”），各指标控制目标如下：4.4mmol/L<FBG<7.0mmol/L， HbA_{1c}<7.0%，血压（BP）<130/80mmHg， TC<4.5mmol/L， HDL-C（男性）>1.0mmol/L、HDL-C（女性）>1.3mmol/L， TG<1.7mmol/L， LDL-C（未合并动脉粥样硬化性心血管疾病）<2.6mmol/L、LDL-C（合并动脉粥样硬化性心血管疾病）<1.8mmol/L， BMI<24.0kg/m^2。

1.3 统计分析

基础问卷由各社区机构中国家基本公共卫生管理服务信息平台统一导出为EXCEL格式，增加的问卷内容利用Epi Data3.1建立并双机录入数据库，均转成应用SPSS 26.0对数据进行统计分析。计量资料采用均数±标准差（ $\bar{X}\pm S$）进行统计描述，偏态资料采用中位数（M）、四分位数（P25，P75）描述。服从正态分布的两组数据比较采用 t 检验；对不服从正态分布的数据进行对数转换；经转换仍不服从正态分布的两组数据比较采用Wilcoxon秩和检验。计数资料组间比较采用卡方检验,达标率的比较采用McNemar卡方检验。相关性采用Pearson积差相关分析,HbA_{1c}的影响因素采用多重逐步回归模型分析，检验水准α=0.05（双侧）。

2 结果

2.1 基本情况

研究对象中，男性72例（29.51%），女性172例（70.49%）；年龄为62.61±8.88岁；糖尿病病程中位数为5.04年；小学学历最多，占36.48%；家庭月收入小于20000元占比最高，为73.66%；95.00%的患者有医保。两组患者性别、年龄、病程、文化程度、家庭月收入、医保情况、合并其他疾病、家族糖尿病史差异均无统计学意义。结局指标HbA_{1c}、FBG、血压、血脂六项、apoA1/apoB、BMI、WC及糖尿病综合控制目标各指标达标情况，两组差异均无统计学意义（P>0.05）。自我管理行为（除服药依从性）差异无统计学意义（P>0.05），干预组服药依从性显著高于对照组（P=0.01），见表1。

表1 两组基线情况

Table 1 Baseline characteristics of both groups

基线情况	干预组（N=146）	对照组（N=98）	$t/\chi^2/Z$值	P值
人口学特征				
性别[N（%）]				
男	41（28.08）	31（31.63）	0.36[2)]	0.55
女	105（71.92）	67（68.37）		
年龄（岁）	62.52±9.13	62.73±8.55	-0.18[1)]	0.86
病程（年）	5.92（2.59，10.16）	4.50（2.50，9.66）	0.29[1)]	0.77[#]
文化程度[N（%）]				
未上过学	9（6.16）	7（7.14）	3.29[2)]	0.51
小学	51（34.93）	38（38.78）		
初中	33（22.60）	28（28.57）		
高中及以上	36（24.66）	17（17.35）		
大学及以上	17（11.64）	8（8.16）		
家庭月收入（元）[N（%）]				
<20000	104（71.72）	75（76.53）	4.40[2)]	0.11
20000~	24（16.55）	19（19.39）		
≥40000	17（11.72）	4（4.08）		
医保参保情况[N（%）]				
有	135（94.41）	93（95.88）	0.04[2)]	0.83[*]
无	8（5.59 ）	4（4.12）		
合并其他疾病[N（%）]				
有	98（67.12）	68（69.39）	0.14[2)]	0.71
没有或不清楚	48（32.88）	30（30.61）		
糖尿病家族史[N（%）]				
有	36（57.14）	27（42.86）	0.26[2)]	0.61
无	110（60.77）	71（39.23）		
糖尿病综合评估指标				
HbA_{1c}（%）	7.50±1.59	7.91±1.70	-1.83[1)]	0.07
FBG（mmol/L）	7.81±3.03	8.41±3.48	1.41[1)]	0.16

SBP（mmHg）	130.42±16.18	132.72±17.62	1.05[1)]	0.29
DBP（mmHg）	76.87±8.82	79.08±10.08	1.81[1)]	0.07
TC（mmol/L）	5.53（4.56，6.52）	5.35（4.79，6.42）	-0.07[3)]	0.94
HDL-C（mmol/L）	1.28（1.11，1.52）	1.32（1.07，1.54）	-0.03[3)]	0.97
TG（mmol/L）	1.76（1.15，2.78）	1.87（1.31，3.21）	-1.20[3)]	0.23
LDL-C（mmol/L）	2.97（2.34，3.73）	3.11(2.42,3.77)	-0.73[3)]	0.46
apoA1（mg/dL）	153.74±24.94	154.85±25.15	-0.32[1)]	0.75
apoB（mg/dL）	112.52±38.07	120.82±39.64	-1.56[1)]	0.12
apoA1/apoB	1.53±0.63	1.40±0.46	-1.71[1)]	0.09
BMI（kg/m^2）	25.01±3.76	25.25±4.21	-0.46[1)]	0.64
WC（cm）	86.67±10.85	87.26±10.00	0.54[1)]	0.59
糖尿病综合控制目标达标情况 N(%)				
HbA_{1c}	59（43.40）	28（32.90）	2.40[2)]	0.12
FBG	62（43.06）	38（41.30）	0.07[2)]	0.79
BP	57（39.86）	31（33.70）	0.91[2)]	0.34
TC	32（22.86）	15（16.48）	1.38[2)]	0.24
HDL-C	86（61.43）	60（65.93）	0.48[2)]	0.49
TG	67（47.86）	39（42.86）	0.56[2)]	0.46
LDL-C	39（27.86）	25（27.47）	0.004[2)]	0.95
BMI	62（43.36）	35（38.04）	0.65[2)]	0.42
自我管理行为得分				
总分	32.91±15.55	32.44±12.50	0.26[1)]	0.80
饮食管理	12.09±7.18	13.05±6.38	-1.09[1)]	0.27
运动管理	7.00（3.00，7.00）	7.00（2.00，8.00）	-0.38[3)]	0.70
自我血糖监测	1.00（1.00，3.25）	2.00（0.00，6.00）	-0.73[3)]	0.47
足部护理管理	4.00（0.00，11.00）	4.00（0.00，7.25）	-0.67[3)]	0.50
服药依从性	7.00（7.00，7.00）	7.00（1.00,7.00）	-2.76[3)]	0.01

注：[1)]表示 t 值；[2)]表示χ^2值；[3)]表示 Z 值； #表示数据经对数转换；*表示 Fisher 确切概率法;HbA_{1c}=糖化血红蛋白；FBG=空腹血糖；SBP=收缩压；DBP=舒张压；TC=总胆固醇；HDL-C=高密度脂蛋白胆固醇；TG=三酰甘油；LDL-C=低密度脂蛋白胆固醇；apoA1=载脂蛋白 A1；apoB=载脂蛋白 B；BMI=体重指数；WC=腰围

2.2　两组干预前后糖尿病综合评估指标和自我管理行为情况比较

一年后随访，干预组失访 2 人，失访率为 1.37%，对照组失访 6 人，失访率为 6.12%，总失访率为 3.28%。失访主要原因是搬离居住地，无人死亡。

从糖尿病综合评估指标来看，和基线相比，干预组 WC 减少 1.21（±5.44）cm，差异具有显著性（P=0.01），对照组无显著性变化（P>0.05）。对照组 FBG、TG 及 LDL-C 水平均有所下降，差异具有显著性（P均<0.05），干预组 FBG、TG 及 LDL-C 则无显著性变化（P均>0.05）。两组 TC、apoA1 和 apoB 的水平与基线相比均有不同程度的下降，差异具有显著性（P均<0.05）。两组 HbA_{1c}、血压、HDL-C、apoA1/apoB 及 BMI 水平均无显著性变化（P均≥0.05）。一年后，干预组与对照组相比，糖尿病综合评估指标差异均无显著性（P 均>0.05）。

从糖尿病综合控制达标情况来看，和基线相比，干预组 HbA_{1c} 达标率由 43.40%提升至 56.14%（P=0.02），而对照组 HbA_{1c} 达标率无显著变化（P>0.05）。两组 FBG 达标率均显著提升，干预组 FBG 达标率由 44.53%提升至 67.88%（P<0.01）；对照组由 32.97%提升至 58.24%（P=0.01）。两组 HDL-C 达标率均下降（P<0.01），干预组 HDL-C 达标率由 60.90%下降至 34.59%,对照组由 65.93%下降至 31.87%。两组研究对象 BP、TC、TG、LDL-C、BMI 达标率无显著变化（P>0.05）。一年后，干预组的 HbA_{1c} 达标率（56.14%）显著高于对照组（39.39%）（χ^2=4.69，P=0.03）；其余指标达标率两组间比较差异均无显著性（P 均>0.05）。

从自我管理行为来看，和基线相比，干预组的自我管理行为总得分增高了 3.87（±10.78）分（P<0.01），对照组无显著性变化（P>0.05）。从自我管理单项得分来看，干预组的饮食管理行为得分增高了 2.33（±5.32）分（P<0.01），对照组无显著性变化（P>0.05）。两组的足部护理管理行为得分和基线相比均有不同程度的增高，差异均具有显著性（P均<0.05）；但在运动管理、血糖自我监测以及服药依从性方面均未表现出显著性差异（P均>0.05）。一年后，自我管理行为总得分及单项得分两组间比较无显著性差异（P 均>0.05）。见表 2。

表 2　两组一年后与基线相对比情况

Table2　Two groups compared to baseline after one year

结局指标	干预组	对照组

	一年后随访	与基线差值	*t*/*Z*值	*P*值	一年后随访	与基线差值	*t*/*Z*值	*P*值
糖尿病综合评估指标								
HbA_{1c}（%）	7.30±1.74	-0.22±1.94	1.20[1)]	0.23	7.60±1.63	-0.37±2.17	1.37[1)]	0.18
FBG（mmol/L）	7.42±2.55	-0.81±3.52	1.22[1)]	0.22	7.65±2.77	-0.29±2.73	2.19[1)]	0.03
SBP（mmHg）	130.59±16.26	-0.11±13.59	0.10[1)]	0.92	133.50±15.87	-0.04±14.88	0.03[1)]	0.98
DBP（mmHg）	76.96±9.51	-0.29±8.85	0.39[1)]	0.70	78.78±9.74	-0.61±9.98	0.59[1)]	0.56
TC(mmol/L)	5.46(4.94，6.00)	0.00(-0.73，0.28)	-9.22[2)]	<0.01	5.00(4.00，6.00)	-0.01(-0.82，0.15)	-2.36[2)]	0.02
HDL-C（mmol/L）	1.00(1.00，2.00)	-0.03(-0.27，0.07)	-1.79[2)]	0.07	1.00(1.00，1.65)	-0.02(-0.31，0.11)	-1.29[2)]	0.20
TG(mmol/L)	2.00(1.00，2.48)	0.00(-0.48，0.24)	-1.70[2)]	0.09	2.00(1.00，2.92)	-0.06(-0.76，0.24)	-2.19[2)]	0.03
LDL-C（mmol/L）	3.00(2.00，3.81)	0.00(-0.44，0.24)	-1.07[2)]	0.28	3.00(2.00，3.29)	-0.07(-0.60，0.23)	-2.39[2)]	0.02
apoA1（mg/dL）	128.30±42.57	-26.45±41.33	6.83[1)]	<0.01	122.00±40.94	-34.04±39.61	6.93[1)]	<0.01
apoB（mg/dL）	92.73±34.15	-20.95±37.74	5.90[1)]	<0.01	92.52±33.65	-30.83±40.28	6.17[1)]	<0.01
apoA1/apoB	1.58±1.00	0.05±1.05	-0.50[1)]	0.62	1.39±0.48	-0.004±0.55	0.05[1)]	0.96
BMI（kg/m^2）	24.98±3.84	0.07±1.38	-0.63[1)]	0.53	25.16±4.27	-0.21±2.05	1.00[1)]	0.32
WC（cm）	85.24±9.29	-1.21±5.44	2.66[1)]	0.01	87.21±10.50	-0.05±5.92	0.09[1)]	0.93
糖尿病综合控制目标达标情况 N(%)								
HbA_{1c}	63（56.14）			0.02	26（39.40）			0.56
FBG	93（67.88）			<0.01	53（58.24）			0.01
BP	63（44.37）			0.30	30（32.61）			1.00
TC	28（22.40）			0.61	21（25.30）			0.10
HDL-C	46（48.12）			<0.01	29（31.87）			<0.01
TG	57（42.54）			0.12	44（48.35）			0.41
LDL-C	35（26.32）			1.00	28（30.77）			0.63
BMI	61（42.96）			1.00	43（46.74）			0.06
自我管理行为得分								
总分	36.72±13.30	3.87±10.78	-4.26[1)]	<0.01	33.58±10.81	1.34±11.66	-1.10[1)]	0.28
饮食管理	14.50±6.56	2.33±5.32	-5.24[1)]	<0.01	13.64±5.24	0.36±6.44	-0.54[1)]	0.59
运动管理	7.00（3.00，8.00）	0.00(0.00，1.25)	-0.97[2)]	0.33	6.00（3.00，7.00）	-1.00（0.00，1.00）	-0.12[2)]	0.91
自我血糖监测	2.00（1.00，4.00）	0.00(0.00，1.00)	-0.89[2)]	0.37	2.00（0.50，5.00）	0.00(0.00，2.00)	-0.15[2)]	0.88
足部护理管理	7.00（3.00，12.00）	0.00(0.00，3.00)	-3.34[2)]	<0.01	4.50（2.00，10.00）	0.00(0.00，2.00)	-2.21[2)]	0.03
服药依从性	7.00（7.00，7.00）	0.00(0.00，0.00)	-0.33[2)]	0.75	7.00（3.00，7.00）	0.00(0.00，0.00)	-1.04[2)]	0.30

注：[1)] 表示 t 值；[2)] 表示 Z 值；HbA_{1c}=糖化血红蛋白；FBG=空腹血糖；SBP=收缩压；DBP=舒张压；TC=总胆固醇；HDL-C=高密度脂蛋白胆固醇；TG=三酰甘油；LDL-C=低密度脂蛋白胆固醇；apoA1=载脂蛋白 A1；apoB=载脂蛋白 B；BMI=体重指数；WC=腰围

2.3 影响 HbA_{1c} 的多因素分析

各项指标与 HbA_{1c} 的 Pearson 相关性分析结果显示，病程（r=0.219）、FBG（r=0.534）、TC（r=0.249）、TG（r=0.286）、LDL-C（r=0.154）、apoB（r=0.252）、DBP（r=0.194）与 HbA_{1c} 呈正相关（P 均<0.05）。将 HbA_{1c} 作为因变量，病程、自我管理行为评估总分及各单项得分、DBP、TC、TG、LDL-C、HDL-C、apoA1、apoB、BMI、WC 作为自变量，调整年龄、性别和糖尿病家族史后，以逐步回归的方式进行多重线性回归分析。回归方程结果表明，TG、apoB、病程对 HbA_{1c} 的影响有统计学意义（P<0.05），建立的回归方程（F=10.183，P<0.001）可解释因变量的 17.1%（调整 R^2=0.171）。TG（β

=0.175，95%CI：0.069~0.280）、apoB（β =0.012，95%CI：0.005~0.019）、病程（β =0.066，95%CI：0.023~0.108）是 HbA_{1c} 升高的危险因素。

表 3 HbA_{1c} 影响因素多重线性回归分析

Table3 Multiple linear regression analysis of factors influencing HbA_{1c}

	β	95%CI	标准差	标准化β	t 值	P 值	VIF
（常量）	5.420	4.608~6.237	0.410		13.171	<0.001	
TG	0.175	0.069~0.280	0.053	0.259	3.279	0.001	1.004
apoB	0.012	0.005~0.019	0.004	0.259	3.278	0.001	1.006
病程	0.066	0.023~0.108	0.021	0.242	3.065	0.003	1.004

注：VIF=方差膨胀系数；TG=三酰甘油；apoB=载脂蛋白 B

3 讨论

随着互联网+医疗的快速发展，以健康信念模型为理论指导，应用智能运动手环来指导和监测科学运动，使运动治疗逐渐成为慢性病患者愿意采取的通过改变不良生活方式治疗疾病的方式之一[8-10]。本研究将健康信念模型与智能运动手环应用于社区糖尿病患者健康管理流程，通过长期观察、对比患者健康行为形成以及健康结局，评估手环对患者综合控制目标的作用效果。对糖尿病综合控制目标中首要控制目标 HbA_{1c} 达标率分析发现，和基线相比，干预组的控制达标率显著升高，对照组无显著变化，与马月等[11]研究结果一致，且一年后干预组的 HbA_{1c} 达标率显著高于对照组。次要目标中,两组 FBG 达标率均显著提高，吴金萍等[12]也证实了运动处方对 2 型糖尿病患者血糖控制的有效性。进一步对血糖的影响因素 BMI 和腰围进行分析显示，两组 BMI 值及其达标率变化均不显著；但干预组的腰围显著降低。既往研究表明腰围对 T2DM 的发生发展的预测价值高于体重指数[13-15]，控制腰围有助于达到长期控糖目标。本研究结果提示，佩戴运动手环可能强化运动处方对糖尿病患者血糖水平的影响，在手环这一催化因素下，糖尿病患者能够获得更为长期稳定的控糖效果。

血脂紊乱是 T2DM 患者常见的危险因素，因此对血脂紊乱的控制是糖尿病的综合控制目标不可或缺的组分之一。从 T2DM 血脂紊乱的病理生理基础来看，个体中可出现由于 apoB 合成增加导致 LDL-C 增多，apoA 清除增加而导致 HDL-C 减少的现象。本研究观察到两组患者的 TC、apoB、apoA1 和 HDL-C 均有不同程度地降低，提示运动有助于改善患者的血脂谱，与 Rosenkilde[16]的研究结果中 TC 和 apoB 水平降低一致，但与大多数关于运动有助于提高 apoA1 和 HDL-C 水平的研究结果不完全一致[17]。这可能和本研究中 2 型糖尿病患者的平均病程较长且伴有肥胖，胰岛素抵抗程度较高，仅通过运动干预改善胰岛素抵抗的效果不显著有关：在糖尿病致 HDL-C 降低的机制中，血浆胰岛素浓度和 HDL-C 的水平显著负相关，胰岛素抵抗与 HDL-C 负相关[18]。指南指出无动脉粥样硬化性心血管疾病（ASCVD）的糖尿病患者属于心血管高危人群，要求患者保持健康生活方式，并尽早给予他汀类药物治疗。本研究中的患者经调查均未使用他汀，虽然应用了生活方式干预，但调脂效果不显著：LDL-C 的达标率不到 30%。研究表明，与高加索人相比亚裔人群糖尿病的患病风险增加 60%，意味着亚裔人群的胰岛素抵抗更加显著。即使应用他汀治疗以后，混合性血脂异常的发生率仍然高于高加索人[19]，由于遗传背景的不同，亚洲糖尿病患者的调脂难度较高。在对影响 HbA_{1c} 水平的因素分析发现，血脂谱中的 TC、TG、LDL-C、apoB 的变化与 HbA_{1c} 水平呈显著正相关。多因素分析显示，TG、apoB 和病程是 HbA_{1c} 升高的危险因素，提示调脂是该人群除控糖以外最重要的干预指标。

糖尿病自我管理能力是决定综合控制目标达标的基础[20]，自我管理方案对于患者通常是复杂的，尤其是对老年患者而言。在本研究中，手环干预组的自我管理总分升高显著，且主要表现在饮食管理和足部护理，而对照组则仅有足部护理得分显著增加，我们前期研究结果一致[21, 22]。结果表明，执行运动处方可提高糖尿病患者对自己足部健康的关注度，手环对患者总体自我管理行为具有强化和提升作用。

综上所述，将智能运动手环作为基层糖尿病管理工具比单纯常规执行运动处方对糖尿病综合指标控制具有更显著的效果，有助于糖尿病患者长期维持自我管理行为，保持血糖达标。血脂异常是影响血糖控制的重要因素，在调整生活方式的基础上，应尽早启动药物干预以调节脂代谢紊乱。

局限性：按医嘱服药是最简单直接的自我管理行为，和纠正生活方式相比，患者更愿意使用药物治疗[23]。如果没有强力干预，T2DM 部分缓解率 1.5%，完全缓解率 0.14%，长期缓解率仅有 0.01%[24]。而强力干预是建立在与患者保持良好医患互信关系的基础上。本研究在招募患者时出现干预组的服药依从性优于对照组，一年后失访率低于对照组，从一定程度上反映了干预组与医生的互信以及参与自我管理的动机可能高于对照组，存在选择偏倚。但本研究通过调整自我管理行为后，仍发现了有意义的结果，说明本研究具有一定的参考价值。其次，本研究仍存在样本量较少、非随机抽取样本的问题而导致样本的代表性不足。

4 作者贡献谭颖负责数据库质量控制，分析数据，撰写本论文及论文修订；曹敏、陈美铃、赵泽迪、郑澎、冯慧瑶、张玥负责数据库质量控制；董晓梅负责对现场干预过程进行质量控制；陈雄飞负责制定现场干预质控方案，对运动干预处方进行审核与指导实施；吴雪霁负责制定干预总体方案，组织招募患者，组织干预实施者的培训及论文整体修订。

5　**利益冲突情况**本文无利益冲突。

参考文献

[1] International Diabetes Federation Diabetes Atlas 9th edition, 2019, IDF, Brussels. Available at: https://diabetesatlas.org/upload/resources/2019/IDF_Atlas_9th_Edition_2019.pdf [M].

[2] Li Y, Teng D, Shi X, Qin G, Qin Y, Quan H, et al. Prevalence of diabetes recorded in mainland China using 2018 diagnostic criteria from the American Diabetes Association: national cross sectional study. Bmj. 2020; 369:m997.

[3] Rosenstock IM, Strecher VJ, Becker MH. Social learning theory and the Health Belief Model. Health education quarterly. 1988; 15:175-83.

[4] SPEER EM, REDDY S, LOMMEL TS, et al. Diabetes self-management behaviors and A1c improved following a community-based intervention in older adults in Georgia senior centers [M]. Journal of nutrition for the elderly. 2008: 179-200.

[5] 主译王正珍. ACSM 运动测试与运动处方指南 [M].ACSM 运动测试与运动处方指南,2015.

[6] 万巧琴,尚少梅,来小彬,等. 2 型糖尿病患者自我管理行为量表的信、效度研究[J]. 中国实用护理杂志,2008,24(7):26-27. DOI:10.3760/cma.j.issn.1672-7088.2008.07.009.

WAN Q Q,SHANG S M,LAI X B,et al.Study on the reliability and validity of summary of diabetes self-care activities for type 2 diabetes patients[J].Chinese Journal of Practical Nursing,2008,24(7):26-27. DOI:10.3760/cma.j.issn.1672-7088.2008.07.009.

[7] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版) [J]. 中华糖尿病杂志, 2021, 13(04): 315-409.

[8] 贾竹敏,王曼丽,张敏,等.便携式可穿戴设备结合运动管理平台在 2 型糖尿病患者中的应用[J].中华糖尿病杂志.2019,(9):587-591.DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-5809.2019.09.005.

JIA Z M,WANG M L,ZHANG M,et al.Application of portable wearable devices combined with exercise management platform in patients with type 2 diabetes mellitus[J].Chinese Journal of Diabetes.2019,(9):587-591.DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-5809.2019.09.005.

[9] KAMEL BOULOS M N, KOH K. Smart city lifestyle sensing, big data, geo-analytics and intelligence for smarter public health decision-making in overweight, obesity and type 2 diabetes prevention: the research we should be doing [J]. International journal of health geographics, 2021, 20(1): 12.

[10] 尹莲花,郑彦.可穿戴技术在糖尿病健康管理中的应用进展[J].中国医学创新.2020,(34):168-172.DOI: 10.3969/j.issn.1674-4985.2020.34.044.

YIN L H,ZHENG Y.Progress in Application of Wearable Technology in the Health Management of Diabetes[J].Medical Innovation of China.2020,(34):168-172.DOI: 10.3969/j.issn.1674-4985.2020.34.044.

[11] 马月,沈红燕,俞怡,等.优化照护干预模式对 2 型糖尿病患者糖化血红蛋白、体质量指数及自我行为管理能力的影响 [J]. 现代实用医学, 2021, 33(09): 1225-6.

[12] 吴金萍,彭涯利.基于网络平台管理的个体化运动处方对于 2 型糖尿病患者血糖的影响分析 [J].罕少疾病杂志, 2021, 28(04): 106-8.DOI: 10.3969/j.issn.1009-3257.2021.04.044.

WU J P,PENG Y L.Analyze the Impact of Individualized Exercise Prescriptions Based on Network Platform Management on Blood Glucose in Patients with Type 2 Diabetes[J].Journal of Rare and Uncommon Disease, 2021, 28(04): 106-8.DOI: 10.3969/j.issn.1009-3257.2021.04.044.

[13] 杨群娣,李锐,阮晔,等.腰围与腰围身高比值筛查糖尿病前期和未诊断糖尿病患者的效能比较[J].中华糖尿病杂志.2016,(9):554-558.DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-5809.2016.09.007.

YANG Q D,LI R,RUAN Y,et al.Optimal screening tool for prediabetes and undiagnosed diabetes using waist circumstance and waist-to-height ratio[J].Chinese Journal of Diabetes.2016,(9):554-558.DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-5809.2016.09.007.

[14] 林毅辉,雷闽湘,蒋建家,等.肥胖 2 型糖尿病患者腹腔内脂肪面积与胰岛素抵抗的相关性[J].山西医科大学学报.2016,(10):922-925.DOI: 10.13753/j.issn.1007-6611.2016.10.010.

LIN Y H,LEI M X,JIANG J J,et al.Correlation between visceral fat area with insulin resistance in obese patients with type 2 diabetes mellitus[J].Journal of Shanxi Medical University.2016,(10):922-925.DOI: 10.13753/j.issn.1007-6611.2016.10.010.

[15] 王慧卿,王桂英,王迎宾,等. 2 型糖尿病并内脏型肥胖患者内脏脂肪面积的分析[J]. 中华肥胖与代谢病电子杂志,2019,5(3):148-152. DOI:10.3877/cma.j.issn.2095-9605.2019.03.005.

WANG H Q,WANG G Y,WANG Y B,et al.Analysis of visceral fat area in type 2 diabetes mellitus patients with abdominal obesity[J].Chinese Journal of Obesity and Metabolic Disease,2019,5(3):148-152. DOI:10.3877/cma.j.issn.2095-9605.2019.03.005.

[16] Rosenkilde M, Rygaard L, Nordby P, Nielsen LB, Stallknecht B. Exercise and weight loss effects on cardiovascular risk factors in overweight men. Journal of applied physiology (Bethesda, Md : 1985). 2018; 125:901-8.
[17] WANG Y, XU D. Effects of aerobic exercise on lipids and lipoproteins [J]. Lipids in health and disease, 2017, 16(1): 132.
[18] Athyros VG, Doumas M, Imprialos KP, Stavropoulos K, Georgianou E, Katsimardou A, et al. Diabetes and lipid metabolism. Hormones (Athens, Greece). 2018; 17:61-7.
[19] Athyros VG, Doumas M, Karagiannis A. Differential residual dyslipidemia/cardiovascular risk after statin treatment between Asian-Indians and western whites. Call for action. Indian heart journal. 2016; 68:596-8.
[20] 5. Lifestyle Management: Standards of Medical Care in Diabetes-2019. Diabetes care. 2019; 42:S46-S60.
[21] 吴雪霁,陈雄飞,吴家刚,等.老年 2 型糖尿病患者认知功能与自我管理行为、自我效能的关系[J].江苏预防医学.2017,(2):147-149.DOI:10.13668/j.issn.1006-9070.2017.02.08.
WU X J,CHEN X F,WU J G,et al.The relationship between cognitive function, self-management behavior and self-efficacy among elderlypatients with type 2 diabetes mellitus[J].Jiangsu Journal of Preventive Medicine.2017,(2):147-149.DOI:10.13668/j.issn.1006-9070.2017.02.08.
[22] 吴雪霁,陈雄飞,潘冰莹,等.社会工作者引导的中老年超重肥胖人群健康行为管理效果评价[J].江苏预防医学.2019,(4):396-400.DOI:10.13668/j.issn.1006-9070.2019.04.012.
WU X J,CHEN X F,PAN B Y,el at.Effect evaluation of social worker-led health behavior management among overweight and obese middle aged and elderly adults[J].2019,(4):396-400.DOI:10.13668/j.issn.1006-9070.2019.04.012.
[23] 林健才.行为和药物干预治疗糖尿病高危人群的疗效比较[J].中国临床康复.2004,(24):5134-5135.DOI:10.3321/j.issn:1673-8225.2004.24.116.
[24] 邹大进,张征,纪立农.缓解 2 型糖尿病中国专家共识[J].中国糖尿病杂志.2021,(9):641-652.DOI:10.12114/j.issn.1007-9572.2021.01.105.
ZOU D J,ZHANG Z,JI L N.Consensus of Chinese Experts on the Remission of Type 2 Diabetes Mellitus[J].Chinese General Practice.2021,(9):641-652.DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2021.01.105.